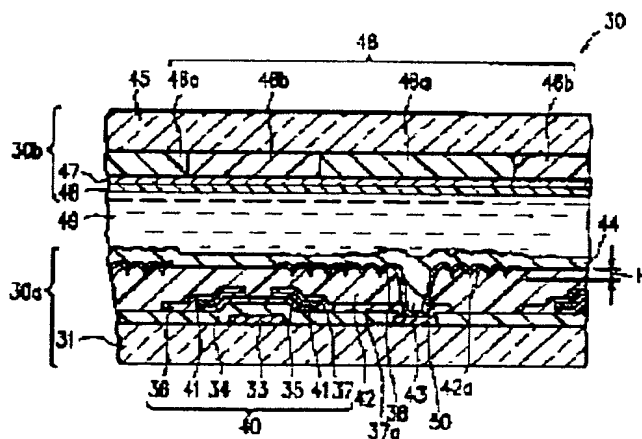


**Patent number:** JP9152597  
**Publication date:** 1997-06-10  
**Inventor:** SHIMADA YASUNORI; NAKAMURA HISAKAZU; TANIGUCHI KOJI  
**Applicant:** SHARP CORP  
**Classification:**  
- international: G02F1/1335; G02F1/1343; G02F1/136; G02F1/136  
- european:  
**Application number:** JP19950309612 19951128  
**Priority number(s):**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form contact holes which have excellent electric connections and a reflecting plate which has excellent scattering characteristics over the entire substrate and stably measure the thickness of a liquid crystal layer.

**SOLUTION:** This device has a lead-around electrode 37a which is connected to a switching element and extends to below a reflecting electrode, an insulating resin layer which is provided among the switching element, the lead-around electrode 37a, and reflecting electrode 38 and has a contact hole 43 on the lead-around electrode 37a, and the reflecting electrode 38 which is provided on the insulating resin layer and electrically connected to the lead-around electrode 37a at the bottom part of the contact hole 43. Then the lead-around electrode 37a has  $\geq 2$  different kinds of metal laminated in an area wider than the bottom part of the contact hole 43 including the bottom part of the contact hole 43 and at the bottom part of the contact hole 43, the metal in the top layer of the lead-around electrode 37a is removed partially or up to the metal layer below it.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-152597

(43)公開日 平成9年(1997)6月10日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 2 0	G 0 2 F	1/1335
	1/1343			1/1343
	1/136	5 0 0		1/136
		5 1 0		5 0 0
				5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-309612

(22)出願日 平成7年(1995)11月28日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 島田 康憲

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 中村 久和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 谷口 幸治

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

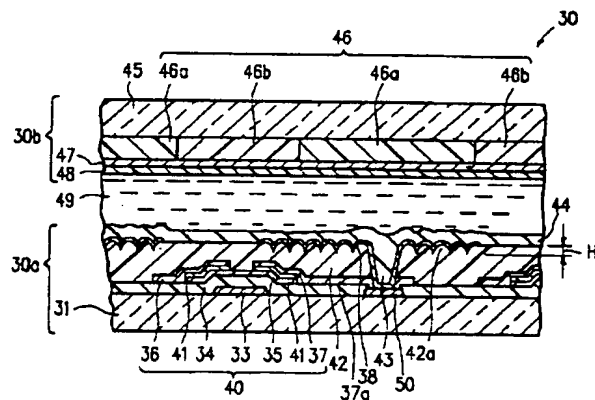
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 基板全体にわたって、良好な電氣的接続を有するコンタクトホール及び良好な散乱特性を有する反射板を形成し、かつ液晶層の厚みの安定した測定が可能な反射型液晶表示装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 スイッチング素子に接続し反射電極下方に延びる引き回し電極と、該スイッチング素子及び該引き回し電極と該反射電極との間に設られ、該引き回し電極上にコンタクトホールを有する絶縁樹脂層と、該絶縁樹脂層上に設けられ、該コンタクトホールの底部で該引き回し電極に電氣的に接続する反射電極と、を有しており、該引き回し電極は、該コンタクトホールの底部を含み該コンタクトホールの底部より広い領域において、2種類以上の異なる金属が積層されており、該コンタクトホールの底部において、該引き回し電極の最上層の金属は一部あるいはその下の金属層に達するまで除去されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の反射電極を有する第1の基板と、透光性のある電極を有する第2の基板と、該第1及び第2の基板間に配置された液晶層と、を備えた反射型液晶表示装置であって、

該第1の基板は、

絶縁性基板と、

該絶縁性基板上に設けられ、表示用の電圧信号を該反射電極に供給するスイッチング素子と、

該スイッチング素子に接続し、該反射電極下方に延びる引き回し電極と、

該スイッチング素子及び該引き回し電極と該反射電極との間に設られ、該引き回し電極上にコンタクトホールを有する絶縁樹脂層と、

該コンタクトホールを覆うように、該絶縁樹脂層上に各画素に対応して設けられた反射電極と、を有しており、該反射電極は、該コンタクトホールの底部で該引き回し電極に電気的に接続し、

該引き回し電極は、該コンタクトホールの底部を含み該コンタクトホールの底部より広い領域において、2種類以上の異なる金属が積層されており、

該コンタクトホールの底部において、該引き回し電極の最上層の金属は一部あるいはその下の金属層に達するまで除去されている、

反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記絶縁樹脂層に形成された前記コンタクトホールの開口面積は $400\mu\text{m}^2$ 以上であり、かつ、前記反射電極の面積の8%以下である、請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記スイッチング素子は薄膜トランジスタであり、

前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、該薄膜トランジスタのゲート電極と同一の材料から形成され、

該引き回し電極の上層金属層は、該薄膜トランジスタのソース電極と同一の材料から形成されている、

請求項1及び2のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、及びモリブデンを含有するタンタルからなる群から選ばれ、上層金属層はチタンである、請求項3に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記スイッチング素子はMIM（金属-絶縁層-金属）素子であり、

前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属は、該MIM素子の第1電極と同一材料から形成され、

該引き回し電極の上層金属層は、該MIM素子の第2電極と同一の材料から形成されている、

請求項1及び2のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、10原子%以下のシリコン及びタングステンを含有するタンタル、及び10原子%以下の4価以下の元素と6価以上の元素とを各々1種類以上含有しているタンタルからなる群から選ばれ、該引き回し電極の上層金属層はチタンである、請求項5に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記絶縁樹脂層は、前記反射電極が形成される領域に凹凸部を有する、請求項1～6のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記凹凸部は、前記コンタクトホール部を除いて形成されている、請求項7に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記コンタクトホールの底部において、前記反射電極は、鏡面状態に形成されている、請求項8に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項10】 複数の反射電極を有する第1の基板と、透光性のある電極を有する第2の基板と、該第1及び第2の基板間に配置された液晶層と、を備えた反射型液晶表示装置の製造方法であって、該方法は、絶縁性基板上に、表示用の電圧信号を該反射電極に供給するスイッチング素子を形成するステップと、該スイッチング素子に接続し該反射電極下方に延びる引き回し電極であって、少なくとも1部の領域において2種類以上の異なる金属が積層された引き回し電極を形成するステップと、

該スイッチング素子及び該引き回し電極上に絶縁樹脂層を形成するステップと、該引き回し電極の該2種類以上の異なる金属が積層された領域上の該絶縁樹脂層に、コンタクトホールを形成するステップと、

該引き回し電極の最上層の金属のエッチング液を用いてエッチングを行い、該コンタクトホール底部における該最上層の金属層を、一部あるいはその下の金属層に達するまで除去するステップと、

該コンタクトホールを覆うように、該絶縁樹脂層上に各画素に対応して反射電極を形成するステップと、を含んでいる、

反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項11】 前記コンタクトホールを形成するステップにおいて、該コンタクトホールは、開口面積が $400\mu\text{m}^2$ 以上であり、かつ、前記反射電極の面積の8%以下であるように形成される、

請求項10に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項12】 前記スイッチング素子は薄膜トランジスタであり、

前記引き回し電極の下層金属層は、該薄膜トランジスタのゲート電極と同一の材料から形成され、

該引き回し電極の上層金属層は、該薄膜トランジスタのソース電極と同一の材料から形成される、請求項10及び11のいずれかに記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項13】 前記引き回し電極を形成するステップにおいて、下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、及びモリブデンを含有するタンタルからなる群から選ばれた材料で形成され、上層金属層はチタンである、請求項10～12のいずれかに記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項14】 前記スイッチング素子はMIM（金属-絶縁層-金属）素子であり、前記引き回し電極の下層金属は、該MIM素子の第1電極と同一材料から形成され、該引き回し電極の上層金属層は、該MIM素子の第2電極と同一の材料から形成される、請求項10及び11のいずれかに記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項15】 前記引き回し電極を形成するステップにおいて、下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、10原子%以下のシリコン及びタングステン含有するタンタル、及び10原子%以下の4価以下の元素と6価以上の元素とを各々1種類以上含有しているタンタルからなる群から選ばれた材料で形成され、上層金属層はチタンである、請求項10、11、及び14のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項16】 前記絶縁樹脂層を形成するステップは、前記反射電極が形成される領域であって、かつ前記コンタクトホールが形成される領域を除いた領域に、絶縁樹脂からなる円形状凸部パターンを形成するステップと、該円形状凸部パターン上に、同じ絶縁樹脂を塗布して第2の絶縁樹脂層を形成するステップと、を含み、前記コンタクトホールを形成するステップにおいて、該コンタクトホールは、該第2の絶縁樹脂層に形成される、請求項10～15に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項17】 前記エッチングするステップで用いるエッチング液は、濃度0.25%～1.00%のフッ酸を含む混合液である、請求項10～16のいずれかに記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項18】 前記反射電極を形成するステップにおいて、前記絶縁樹脂層上に形成される該反射電極は散乱性を有し、前記コンタクトホール底部において該反射電極は鏡面状態に形成される、請求項16及び17のいずれかに記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項19】 前記コンタクトホール底部における鏡面状態の前記反射電極によって反射される光を用いるこ

とにより、前記液晶層の厚みを測定するステップを含む、請求項18に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射光を反射することによって表示をおこなう反射型液晶表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ワードプロセッサ、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、ポケットテレビなどへの液晶表示装置の応用が急速に進展している。特に、液晶表示装置の中でも外部から入射した光を反射させて表示をおこなう反射型液晶表示装置は、バックライトが不要であるため消費電力が低く、薄型であり、軽量化が可能であるため注目されている。

【0003】従来から、反射型液晶表示装置にはTN（ツイステッドネマティック）方式、並びにSTN（スーパーツイステッドネマティック）方式が用いられているが、これらの方式では偏光板によって必然的に自然光の光強度の1/2が表示に利用されないことになり、表示が暗くなるという問題がある。

【0004】このような問題に対して、偏光板を用いず、自然光のすべての光線を有効に利用しようとする表示モードが提案されている。このような表示モードの例として、相転移型ゲスト・ホスト方式が挙げられる（D. L. White and G. N. Taylor: J. Appl. Phys. Vol. 45, pp. 4718, 1974、以下文献Whiteとする）。この表示モードでは、電界によるコレステリック・ネマティック相転移現象が利用されている。この相転移型ゲスト・ホスト方式に、さらにマイクロカラーフィルターを組み合わせた反射型マルチカラーディスプレイも提案されている（例えば、Tohru Koizumi and Tatsuo Uchida, Proceedings of the SID, Vol. 29/2, pp. 157, 1988）。

【0005】このような偏光板を必要としない表示モードでさらに明るい表示を得るためには、あらゆる角度からの入射光に対し、表示画面に垂直な方向へ散乱する光の強度を増加させる必要がある。そのためには、最適な反射特性を有する反射板を作成することが必要となる。上述の文献Whiteには、ガラスなどからなる基板の表面を研磨剤で粗面化し、フッ化水素酸でエッチングする時間を変えることによって表面の凹凸を制御し、その凹凸上に銀の薄膜を形成した反射板について記載されている。

【0006】しかし、この方法は、研磨剤を用いてガラス基板に傷をつけることによって凹凸を形成しているため、均一な形状の凹凸を形成することが困難である。ま

た、凹凸形状の再現性が悪いという問題もある。

【0007】図11(a)は、アクティブマトリクス方式に用いられるスイッチング素子である薄膜トランジスタ(以下、TFTと記す)1を有するマトリクス基板2の平面図であり、図11(b)は、図11(a)に示すマトリクス基板2を切断面線V-Vから見た断面図である。マトリクス基板2においては、ガラスなどの絶縁性の基板2a上に、クロム、タンタルなどから成る複数のゲートバス配線3が互いに平行に設けられ、ゲートバス配線3からはゲート電極4が分岐して設けられている。ゲートバス配線3は、走査線として機能している。

【0008】図11(b)に示すように、ゲート電極4を覆って基板2a上の全面に窒化シリコン(SiNx)、酸化シリコン(SiOx)などから成るゲート絶縁膜5が形成されている。ゲート電極4の上方のゲート絶縁膜5上には、非晶質シリコン(以下、a-Siと記す)、多結晶シリコン、CdSeなどから成る半導体層6が形成されている。半導体層6の両端部には、a-Si、多結晶シリコン、CdSeなどからなるn<sup>+</sup>あるいはp<sup>+</sup>のコンタクト層11が各々形成されている。また、図12に示すように、基板2a全面に形成されたゲート絶縁膜5は、ゲートバス配線3の入力端子3a上の部分が除かれている。

【0009】図11(b)に示すように、半導体層6の一方の端部には、チタン、モリブデン、アルミなどから成るソース電極7が重畳形成されている。また、半導体層6の他方の端部には、ソース電極7と同様にチタン、モリブデン、アルミなどから成るドレイン電極8が重畳形成されている。ドレイン電極8の半導体層6と反対側の端部には、ITO(Indium Tin Oxide)などの透明導電膜から成る画素電極9が重畳形成されている。

【0010】図11(a)及び(b)に示すように、ソース電極7には、ゲートバス配線3に前述のゲート絶縁膜5を挟んで交差するソースバス配線10が接続されている。ソースバス配線10は、信号線として機能している。ソースバス配線10もソース電極7と同様な金属で形成されている。ゲート電極4、ゲート絶縁膜5、半導体層6、ソース電極7、およびドレイン電極8はTFT1を構成し、このようにして構成されたTFT1は、スイッチング素子の機能を有している。

【0011】図11(a)及び(b)、及び図12に示すような構成のTFT1を有するマトリクス基板2を反射型液晶表示装置に適用する場合、画素電極9をアルミ、銀などの光反射性を有する金属で形成するばかりでなく、ゲート絶縁膜5上に凹凸を形成する必要がある。一般に、ゲート絶縁膜5に凹凸を形成することは素子を形成するプロセスに影響を及ぼすので好ましくなく、又、無機物から成る絶縁膜5にテーパのついた凹凸を均一に形成することは困難である。

【0012】特開昭56-94386号公報において、矢沢悟らは、表示画面に垂直な方向へ散乱する光の強度を増加させる方法として、液晶表示装置の反射板として表面が凹凸形状を有する金属薄膜層を用いることを開示し、下記(1)~(3)に示す金属薄膜層の製造方法を述べている。

【0013】(1)ある条件下において蒸着法又はスパッタ法を用いることにより金属薄膜層を基板上に形成し、表面が凹凸形状を呈する金属薄膜を得る方法。

【0014】(2)基板上に蒸着法又はスパッタ法によって形成した金属薄膜層を加熱処理し、再結晶させることによって表面上に凹凸形状を呈する金属薄膜層を得る方法。例えば、金属薄膜層の材料としてアルミ又はアルミ合金を用いる場合、これらの材料の融点が660℃であるために、100℃~600℃の加熱範囲において再結晶化する。この再結晶化により金属薄膜内には原子の再配列が起こり、その結果、凹凸形状を有する金属薄膜層を得ることができる。

【0015】(3)図13に示すように、基板上に蒸着法またはスパッタ法によって形成した合金薄膜層63を加熱処理することにより、折出物64を折出させた後、合金薄膜層63の表面近傍をエッチング除去する方法。例えば、アルミニウムに2重量%のシリコンを含有させた合金薄膜層63を、400℃のN<sub>2</sub>雰囲気中にて20分間加熱すると、粒子径が約0.2~1.0μmのアルミニウムとシリコンとの金属間化合物が析出物64として折出する。例えば、層厚が1.0μmの合金薄膜層64を折出処理した後、表層部の0.2μmをエッチングにより除去すると、この表面は白色を呈する。

【0016】また、上記特開昭56-94386号公報(以下、文献矢沢1とする)には、サンドブラスト法によって金属薄膜層表面を処理しても良いことが述べられている。更に、これらの金属薄膜層表面の凹凸及び段差は、液晶の配向処理膜の形成に際してやや悪影響を及ぼすため、液晶駆動電極(画素電極)の表面に、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂のような有機薄膜や無機樹脂などの透明な薄膜を形成して、表面を平坦化することにより配向処理の効果を増大することができると述べられている。

【0017】しかし、上記文献矢沢1に開示される反射板の形成方法は、偶然性に大きく依存しており、先に述べた文献Whiteに記載されている、ガラスなどからなる基板の表面を研磨剤で粗面化し、フッ化水素酸でエッチングする時間を変えることによって表面の凹凸を制御し、その凹凸上に銀の薄膜を形成する反射板と同様、テーパのついた凹凸を均一に形成することは困難である。

【0018】又、反射板が白色を呈するということは、反射板からの光が全方位に分散散乱している状態であることを意味している。反射板が液晶表示装置の液晶駆動

電極を兼ねており、基板の液晶に接する面に形成されている場合、反射板からの光は液晶層及び対向基板を透過して大気中に出る。液晶層及び基板の屈折率を1.5とし、空気の屈折率を1と仮定した場合、反射板からの散乱光が大気と基板との界面に対して約 $48^\circ$ 以上水平に傾いて入射すると、その散乱光は界面で反射され、液晶表示装置の外部に出ることができない。従って、このような反射板を用いた場合、表示用の光として利用できる散乱光の範囲に限られるため、表示画面が暗くなる。従って、より明るい表示画面を得るためには、反射板が指向性を有し、反射光の散乱角度を制御できることが必要である。

【0019】しかしながら、上述の文献矢沢及び文献Whiteに述べられている方法によって反射板の反射光を制御することは、反射板形成における偶然性が大きいために非常に困難であり、再現性にも乏しい。又、矢沢悟らは、特開昭56-156864号公報（以下、文献矢沢2とする）において、アルミニウムあるいはアルミニウム合金を加熱して形成した反射板の反射特性に関して、アルミニウムを $400^\circ\text{C}\sim 450^\circ\text{C}$ の不活性雰囲気中あるいは水素雰囲気中で加熱処理して形成した反射板を用いても、鏡面部分の割合が大きいために、表示パネル全体が暗く見えることを述べている。従って、更なる散乱度を得るためには、より高い温度で加熱処理をすることが必要であるが、そのような加熱処理は、スイッチング素子として用いられるTFT素子やMIM素子を破壊するため好ましくない（例えば、 $\text{a-Si}\cdot\text{TFT}$ の場合、 $350^\circ\text{C}$ 以上で半導体層中の水素の離脱が生じる）。

【0020】 $\text{a-Si}\cdot\text{TFT}$ 素子やMIM素子をスイッチング素子として用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置に用いることができるように、反射光の散乱角度を制御する指向性を有する反射板を低温で形成する方法が、上記文献矢沢2に開示されている。この方法によれば、まず、基板表面にCVD法により $\text{SiO}_2$ を三角波形状に形成し、その上にアルミニウムを蒸着することにより、図14に示すような反射板65が形成される。反射板65は、正弦波形状に近い断面を持ち、平均傾き角度 $\theta=5^\circ\sim 30^\circ$ を有している。

【0021】又、矢沢悟らは、特開昭56-156865号公報（以下、文献矢沢3とする）において、アルミニウムやアルミニウム合金を加熱処理し、あるいはその後さらにエッチング処理して得られる反射板は、液晶表示装置に用いた場合にその表示特性が劣ることを述べており、上記文献矢沢3において、CVD法により形成した $\text{SiO}_2$ を三角波形状にテーパエッチングした後、アルミニウムを蒸着することにより、図15に示すような凹凸を有する反射板66を形成することを開示している。

【0022】また、凹凸を有する絶縁樹脂樹脂層の上に

金属薄膜を形成することによって反射板を形成する方法として、下記のようなものがある。

【0023】コマツバラらは、USPN $\circ$ . 4, 519, 678（以下、文献コマツバラとする）において、以下のような方法を開示している。まず、素子が形成された基板の上に、ポリマー系やポリイミド系の樹脂を塗布し、熱硬化させて樹脂層を形成する。その上にフォトリソ工程によってレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとしてウエットエッチングあるいはドライエッチング（RIE等）することにより、樹脂層にくぼみを作る。そして、レジストを除去してから樹脂層を $150^\circ\text{C}\sim 500^\circ\text{C}$ で加熱することにより、くぼみの縁をなだらかにする。このようにして、樹脂層に、断面がなだらかな凹凸を形成し、更にフォトリソ工程によってコンタクトホールを形成した後、樹脂層の上にアルミニウム膜を真空蒸着させ、反射板を形成する。

【0024】文献コマツバラには、更に、もう1つの方法として、基板上に多数の円柱状凸部を形成した後、その上に樹脂層を塗布して硬化させることにより、断面がなだらかな凹凸を有する樹脂層を形成している。この樹脂層の上にアルミニウム、銀、あるいはこれらの合金等からなる反射板を形成している。上記の円柱状凸部は、基板上に、絶縁体、半導体、あるいは金属からなる単層または複数の層を形成し、この層をマスクパターン（レジスト）を用いて選択的にエッチングすることにより形成される。いずれの場合も、樹脂層の上に形成された金属薄膜は、樹脂層に形成されたコンタクトホールを介して、基板上の電極に電気的に接している。

【0025】又、特開平6-75238号公報において、中村久和等は、基板上に感光性樹脂を塗布し、円形の遮光領域が配列された遮光手段を介して感光性樹脂を露光及び現像した後、熱処理を行うことにより複数の凸部を形成している。この複数の凸部の上に凸部の形状に沿って絶縁膜を形成し、絶縁膜上に金属薄膜からなる反射板を形成している。

【0026】このように、基板上に形成された素子に影響を及ぼさないように、反射板は、素子から遠い（液晶との界面に近い）絶縁膜を操作して望ましい凹凸形状を得ることにより形成するのが好ましい。また、反射板として用いられる金属薄膜それ自体の表面を荒らす（加熱処理、エッチングなど）よりも、金属薄膜の下に凹凸形状を有する絶縁層を形成し、その凹凸形状に沿って鏡面状態の金属薄膜を形成することによって得るのが好ましい。さらには、無機物からなる絶縁層は、なだらかな断面を有する凹凸を均一に形成することが困難であるため、凹凸形状の制御がしやすい樹脂を用いて絶縁層を形成するのが好ましい。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、望ましい反射特性（指向性）を有する反射板を形成するため

に、樹脂層を用いる場合、樹脂層の上に形成された反射板（反射電極）を、樹脂層の下に形成された素子（スイッチング素子など）に接続するためのコンタクトホールを形成する必要がある。反射電極は、コンタクトホールを介して基板上に形成された素子からのびる引き回し電極に接続される。ここで、引き回し電極とは、各反射電極に表示のための電圧を印加するための電極である。

【0028】コンタクトホールは、非感光性樹脂を用いる場合は樹脂層を熱硬化させた後にフォトリソ工程によって形成され、感光性樹脂を用いる場合は、樹脂層を露光及び現像して形成する際に形成される。感光性樹脂を用いるほうが工程数が少なく有利である。

【0029】感光性樹脂を用いて樹脂層を形成する場合、露光及び現像によって選択的に残される部分であっても、現像によって樹脂層の膜減りが生じる。従って、現像時間が樹脂層のなだらかな断面の凹凸部の形成に与える影響は大きい。

【0030】また、現像時間が長いほど、コンタクトホールの導通性は良好になる。

【0031】基板内における樹脂層の現像速度は、基板周辺部のほうが中央部分に比べて速い。従って、例えば、 $300 \times 300$  mm以上の大基板を用いて反射板を形成する場合、基板中央部におけるコンタクトホールの良好な導通を得るために十分な時間、現像を行うと、基板周辺部分では現像過多となり反射板は鏡面状態に近づく。そのため、基板周辺部分で形成された反射板を用いた液晶表示装置の表示は暗くなる。

【0032】上記文献コマツバラで述べられているような非感光性樹脂を用いて、例えば、RIE等のドライエッチングによってコンタクトホールを形成する場合、ドライエッチングにおけるプラズマは基板中央部で高密度であるため、基板中央部からエッチングが進む。マスクパターンとして用いられるレジストと樹脂とは共に有機膜であるため、その選択比を10より大きくすることは困難である。従って、基板周辺部分でコンタクトホールの十分な導通が得られるようにエッチングを続けると、基板中央部ではレジストの退行が大きく、コンタクトホールの巨大化と樹脂の膜減りを起こす。そのため、基板中央部分で形成された反射板を用いた液晶表示装置に表示は暗くなる。

【0033】また、液晶表示装置における液晶層の厚み、あるいは液晶を注入する前の一対の基板間の間隔（以下、セル間隔とする）は、液晶表示装置の応答速度やコントラストに影響を与える重要なパラメータである。従って、液晶層の厚さやセル間隔を測定することは、液晶表示装置の生産管理上重要である。

【0034】従来、透過型液晶表示装置、あるいは反射板が一対の基板の外側に形成されている反射型液晶表示装置の場合は、液晶セルが透過型の状態において、一方の基板の配向膜と液晶層あるいは空気層との界面による

反射光と、液晶層あるいは空気層と他方の基板の配向膜との界面による反射光とによる干渉を用いてセル間隔を測定していた。しかし、反射板が画素電極として一対の基板間の内側に形成された反射型液晶表示装置においては、反射電極からの散乱反射光の強度が強すぎるために、干渉光の波長を計測することが困難であり、従来の光干渉を利用する測定方法は使用できない。

【0035】他方、レーザー光を用いたセル間隔の測定方法がある。この方法は、概略を図16に示すように、半導体レーザー19からのレーザー光を平行光にコリメートする第1のレンズ17aと、測定する試料18によって反射されるレーザー光を集光する第2のレンズ17bを備えた光学系を用いる。第2のレンズ17bの焦点が、試料18の反射面（例えば、配向膜と液晶層と界面や反射電極表面など）に一致したときに、フィードバックされる反射光がピークを持つことを利用している。2つの反射光のピークにおける第2のレンズ17bの位置（移動した距離）から、2つの反射面の間隔を求めることができる。

【0036】図17は、この方法を用いて、散乱光を得るために凹凸を形成した反射電極表面を測定した結果を示している。図17からわかるように、凹凸形状を有する反射電極表面においてレーザー光が散乱してしまうため、反射光のピークが得られない。従って、レーザー光による測定では反射板の位置を測定できず、セル間隔の測定が不可能である。

【0037】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、第1に、 $300 \times 300$  mm以上の大基板を用いて液晶表示装置の反射板を作成する場合でも、反射板の反射特性が基板全体にわたって良好（例えば100以上）であり、かつ導通状態の良好なコンタクトホールが形成された液晶表示装置及びその製造方法、及び基板中央部と周辺部とで形成される反射板の反射特性のばらつきが約10%の許容範囲内に抑えられ、かつ基板全体にわたって導通状態の良好なコンタクトホールが形成された液晶表示装置及びその製造方法を提供し、第2に、液晶層の厚みあるいは基板間隔の安定した測定を可能とする反射型液晶表示装置及びその製造方法を提供することにある。

【0038】

【課題を解決するための手段】本発明による反射型液晶表示装置は、複数の反射電極を有する第1の基板と、透光性のある電極を有する第2の基板と、該第1及び第2の基板間に配置された液晶層と、を備えており、該第1の基板は、絶縁性基板と、該絶縁性基板上に設けられ、表示用の電圧信号を該反射電極に供給するスイッチング素子と、該スイッチング素子に接続し、該反射電極下方に延びる引き回し電極と、該スイッチング素子及び該引き回し電極と該反射電極との間に設けられ、該引き回し電極上にコンタクトホールを有する絶縁樹脂層と、該コン

タクトホールを覆うように、該絶縁樹脂層上に各画素に対応して設けられた反射電極と、を有している。該反射電極は、該コンタクトホールの底部で該引き回し電極に電氣的に接続し、該引き回し電極は、該コンタクトホールの底部を含み該コンタクトホールの底部より広い領域において、2種類以上の異なる金属が積層されており、該コンタクトホールの底部において、該引き回し電極の最上層の金属は一部あるいはその下の金属層に達するまで除去されており、このことにより上記目的が達成される。

【0039】前記絶縁樹脂層に形成された前記コンタクトホールの開口面積は、好ましくは、 $400\mu\text{m}^2$ 以上であり、かつ、前記反射電極の面積の8%以下である。

【0040】1つの実施の形態において、前記スイッチング素子は薄膜トランジスタであり、前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、該薄膜トランジスタのゲート電極と同一の材料から形成され、該引き回し電極の上層金属層は、該薄膜トランジスタのソース電極と同一の材料から形成されている。前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、及びモリブデンを含有するタンタルからなる群から選ばれ、上層金属層はチタンであってもよい。

【0041】もう1つの実施の形態において、前記スイッチング素子はMIM（金属-絶縁層-金属）素子であり、前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属は、該MIM素子の第1電極と同一材料から形成され、該引き回し電極の上層金属層は、該MIM素子の第2電極と同一の材料から形成されている。前記引き回し電極の前記コンタクトホール部に形成される下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、10原子%以下のシリコン及びタングステンを含むタンタル、及び10原子%以下の4価以下の元素と6価以上の元素とを各々1種類以上含有しているタンタルからなる群から選ばれ、該引き回し電極の上層金属層はチタンであってもよい。

【0042】前記絶縁樹脂層は、前記反射電極が形成される領域に凹凸部を有している場合がある。

【0043】前記凹凸部は、好ましくは、前記コンタクトホール部を除いて形成されている。

【0044】前記コンタクトホールの底部において、前記反射電極は、好ましくは、鏡面状態に形成されている。

【0045】本発明による反射型液晶表示装置の製造方法は、複数の反射電極を有する第1の基板と、透光性のある電極を有する第2の基板と、該第1及び第2の基板間に配置された液晶層と、を備えた反射型液晶表示装置の製造方法である。該方法は、絶縁性基板上に、表示用の電圧信号を該反射電極に供給するスイッチング素子を

形成するステップと、該スイッチング素子に接続し該反射電極下方に延びる引き回し電極であって、少なくとも1部の領域において2種類以上の異なる金属が積層された引き回し電極を形成するステップと、該スイッチング素子及び該引き回し電極上に絶縁樹脂層を形成するステップと、該引き回し電極の該2種類以上の異なる金属が積層された領域上の該絶縁樹脂層に、コンタクトホールを形成するステップと、該引き回し電極の最上層の金属のエッチング液を用いてエッチングを行い、該コンタクトホール底部における該最上層の金属層を、一部あるいはその下の金属層に達するまで除去するステップと、該コンタクトホールを覆うように、該絶縁樹脂層上に各画素に対応して反射電極を形成するステップと、を含んでおり、そのことにより上記目的が達成される。

【0046】前記コンタクトホールを形成するステップにおいて、好ましくは、該コンタクトホールは、開口面積が $400\mu\text{m}^2$ 以上であり、かつ、前記反射電極の面積の8%以下であるように形成される。

【0047】1つの実施の形態において、前記スイッチング素子は薄膜トランジスタであり、前記引き回し電極の下層金属層は、該薄膜トランジスタのゲート電極と同一の材料から形成され、該引き回し電極の上層金属層は、該薄膜トランジスタのソース電極と同一の材料から形成される。

【0048】前記引き回し電極を形成するステップにおいて、下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、及びモリブデンを含有するタンタルからなる群から選ばれた材料で形成され、上層金属層はチタンであってもよい。

【0049】もう1つの実施の形態において、前記スイッチング素子はMIM（金属-絶縁層-金属）素子であり、前記引き回し電極の下層金属は、該MIM素子の第1電極と同一材料から形成され、該引き回し電極の上層金属層は、該MIM素子の第2電極と同一の材料から形成される。

【0050】前記引き回し電極を形成するステップにおいて、下層金属層は、タンタル、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、10原子%以下のシリコン及びタングステンを含むタンタル、及び10原子%以下の4価以下の元素と6価以上の元素とを各々1種類以上含有しているタンタルからなる群から選ばれた材料で形成され、上層金属層はチタンであってもよい。

【0051】前記絶縁樹脂層を形成するステップは、前記反射電極が形成される領域であって、かつ前記コンタクトホールが形成される領域を除いた領域に、絶縁樹脂からなる円形状凸部パターンを形成するステップと、該円形状凸部パターン上に、同じ絶縁樹脂を塗布して第2の絶縁樹脂層を形成するステップと、を含み、前記コンタクトホールを形成するステップにおいて、該コンタクトホールは、該第2の絶縁樹脂層に形成される場合があ



る。

【0052】前記エッチングするステップで用いるエッチング液は、濃度0.25%~1.00%のフッ酸を含む混合液である場合がある。

【0053】前記反射電極を形成するステップにおいて、前記絶縁樹脂層上に形成される該反射電極は散乱性を有し、前記コンタクトホール底部において該反射電極は鏡面状態に形成される場合がある。

【0054】前記方法は、前記コンタクトホール底部における鏡面状態の前記反射電極によって反射される光を用いることにより、前記液晶層の厚みを測定するステップを含む場合がある。

【0055】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施の形態に基づいて説明する。

【0056】(実施の形態1)図1は、本発明の1つの実施の形態である反射型液晶表示装置30の一部の断面を示している。液晶表示装置30は、スイッチング素子(TFT)が形成された下側基板(アクティブマトリクス基板)30a、上側基板(対向基板)30b、及び両基板間に挟持された液晶層49を有している。図2は、図1に示される下側基板30aの平面図である。

【0057】まず、下側基板30aの構成を述べる。図1及び2に示されるように、ガラス等の絶縁性の基板31上には、クロム、タンタルなどから成る複数のゲートバス配線32が互いに平行に設けられ、ゲートバス配線32からはゲート電極33が分岐して設けられている。ゲートバス配線32及びゲート電極33の材料としては、このほかに、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、やモリブデンを含有するタンタルを用いても良い。ゲートバス配線32は、走査線として機能している。

【0058】図2に示されるように、ゲートバス配線32を覆うように、基板31上の全面に、窒化シリコン( $\text{SiN}_x$ )、酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )などから成るゲート絶縁膜34が形成されている。ゲート電極33の上方には、ゲート絶縁膜34を介して、非晶質シリコン(以下、a-Siと記す)、多結晶シリコン、CdSeなどから成る半導体層35が形成されている。半導体層35の両端部には、a-Si、多結晶シリコン、CdSeなどからなる $n^+$ あるいは $p^+$ のコンタクト層41が各々形成されている。

【0059】また、コンタクト層41が重畳された半導体層35の一方の端部には、チタン、モリブデン、アルミニウムなどから成るソース電極36が重畳形成されている。また、コンタクト層41が重畳された半導体層35の他方の端部には、ソース電極36と同様にチタン、モリブデン、アルミニウムなどから成るドレイン電極37及び引き回し電極37aが重畳形成されている。ドレイン電極37及び引き回し電極37aは、一体的に形成

されていても良い。引き回し電極37aの他方の端部は、基板31上に形成されたパッド50上に重畳している。パッド50は、コンタクトホール43部分における引き回し電極37aの下層金属層であり、少なくともコンタクトホール43よりも広い面積を有する。本実施例においては、パッド50をゲート電極33と同じ材料で形成している。

【0060】また、ゲート絶縁膜34は、従来例(図12)で説明したのと同様に、ゲートバス配線32の入力端子上の部分が除かれている。この工程において、図2に示すように、パッド50上のゲート絶縁膜34も同時に除かれる。

【0061】ゲート電極33、半導体層35、ソース電極36、及びドレイン電極37によって、スイッチング素子40としてのa-SiTFTが形成される。

【0062】スイッチング素子が形成された基板31上全面には、有機絶縁膜42が形成されている。有機絶縁膜42の引き回し電極37a部分にはコンタクトホール43が形成されている。また、有機絶縁膜42の反射電極(画素電極)38が形成される領域には、先細状で先端部の断面形状が円形の凸部42aが高さHで形成されている。高さHは、後述する有機絶縁膜42の形成方法や、コンタクトホール43を形成する工程上の問題、および液晶表示装置30を作成する際のセル厚のばらつきを小さくするため、約 $10\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

【0063】有機絶縁膜42上には、円形の凸部42aが形成された領域及びコンタクトホール43を覆うように、アルミニウムからなる反射電極38が形成されている。反射電極38は、コンタクトホール43においてパッド50を介して引き回し電極37aに接続される。

【0064】次に、反射型液晶表示装置30の製造方法を、アクティブマトリクス基板30aの形成方法中心に図面を参照しながら説明する。

【0065】まず、ガラス等からなる絶縁性の基板31の上に、通常の方法によって、スイッチング素子40等の素子を形成する。本実施例では、基板31としては、例えばコーニング社製の商品名が7059である厚さ1.1mmのガラス基板を用いている。スイッチング素子40を形成する際に、コンタクトホール43が形成されることになる部分には、少なくともコンタクトホールより広い面積を有する金属層であるパッド50を形成する。更に、その上には、引き回し電極37aを積層する。

【0066】パッド50は、コンタクトホール部における下層金属層となり、本実施例においては、TFTのゲートバス配線32と同じ材料、好ましくはタンタルを用いて形成している。このことにより、ゲートバス配線32、ゲート電極33、及びパッド50を同時にパターンニングして形成することができる。また、引き回し電極37aは、コンタクトホール部における上層金属層とな

り、TFTのソース電極36及びドレイン電極37と同じ材料を用い、好ましくはチタンを用いている。ソース電極36、ドレイン電極37、及び引き回し電極37aは同時にパターンニングしても良い。このようにして、図4(a)に示されるように、コンタクトホールが形成される部分は、異なる金属からなる少なくとも2つの層が積層される。

【0067】上記のように各素子が形成された基板31の上に、図3(a)に示すように、感光性樹脂をスピコート方式により塗布し、有機絶縁樹脂層12を形成する。尚、図3(a)～(f)においては、各素子の記載を省略している。有機絶縁膜12としては、アクリル系の感光性樹脂を用い、スピコート方式により、好ましくは500rpmから3000rpmで形成している。本実施例では1300rpmで30秒間回転させ、有機絶縁層12の厚さが約2.5 $\mu$ mになるように塗布している。

【0068】次に、有機絶縁層12が形成されたガラス基板31を、例えば90℃で30秒間プリベークする。続いて、図3(b)に示すように、フォトマスク13を有機絶縁層12の上方に配置し、フォトマスク13の上方から図3(b)に矢印で示すように光線を照射する(露光)。フォトマスク13は、例えば、図5に示すように、板体13cに2種類大きさの円形のパターン孔13a及び13bが形成されているフォトマスク13を使用することができる。本実施例のフォトマスク13においては、直径5 $\mu$ mのパターン孔13a及び直径3 $\mu$ mのパターン孔13bがランダムに配置されており、相互に近接するパターン孔の間隔は、少なくとも2 $\mu$ m以上である。但し、パターン孔を離し過ぎると、有機絶縁層12の上に形成する有機絶縁膜15の上表面が連続的な波状となり難いため、パターン孔間隔は適切に設定することが必要である。又、コンタクトホール底部に形成される金属層(反射電極38)を鏡面状態にするため、コンタクトホールに対応する部分には、フォトマスク13に円形パターン孔を配置しない。

【0069】次に、例えば、東京応化社製のTMDH濃度2.38%の現像液を使用して有機絶縁層12の現像を行う。これにより、図3(c)に示すように、基板31の表面には、パターン孔13a及び13bに対応して、高さの異なる微細な凸部14a'及び14b'が多数形成される。現像されたままの状態で、凸部14a'及び14b'の上端部は角張っている。本実施例では、直径5 $\mu$ mのパターン孔13aによって高さ2.48 $\mu$ mの凸部14aが形成され、直径3 $\mu$ mのパターン孔13bによって高さ1.64 $\mu$ mの凸部14bが形成された。

【0070】次に、凸部14a'及び14b'を形成した基板31を、約200℃で約60秒間加熱して熱処理を行う。これによって、凸部14a'及び14b'の上

端部の角部を軟化させて丸くし、図3(d)に示すように、上端部の断面が略円形状の凸部14a及び14bを形成する。

【0071】次に、図3(e)に示すように、熱処理された基板31の上に、有機絶縁層12と同じ感光性樹脂をスピコート方によって塗布し、有機絶縁膜15を形成する。好ましくは、1000rpmから3000rpmでスピコートする。本実施例では、2000rpmで30秒回転してスピコートした。

【0072】次に、有機絶縁膜15が形成された基板31を、例えば90℃で30秒プリベークする。続いて、図3(f)に示すように、フォトマスク16を有機絶縁膜15の上方に配置し、フォトマスク16の上方から光線を照射して露光を行う。フォトマスク16は、例えば、図6に示すように、板体16cにコンタクトホール16aのパターンが形成されているものを用いる。凸部14a'及び14b'を形成する工程と同様にして、有機絶縁膜15にコンタクトホール43が形成される。

【0073】次に、コンタクトホール43が形成された基板31を、200℃で60秒加熱処理し、凸部14a'及び14b'を軟化させて上端部が丸い凸部14a及び14bを形成した工程と同様にして、コンタクトホール43の縁の角部を丸くする。

【0074】以上の処理により、有機絶縁層12から形成された凸部14a及び14bと、これらの凸部の上に形成された有機絶縁膜15からなる有機絶縁膜42が形成される。

【0075】次に、基板31を、コンタクトホール部に積層した少なくとも2層の金属層の最上層をエッチングするエッチング液に浸漬する。本実施例において最上層(引き回し電極37a)がチタンで形成されている場合は、弗酸と硝酸とを1:100から1:400の比で混合した液に、25℃で30秒浸漬した。コンタクトホール部の上層金属層のエッチング工程において、コンタクトホール部における有機絶縁膜15の現像残渣はエッチング液が染み込むことによってリフトオフされる。

【0076】ここで、比較のため、図18に、上記のリフトオフ処理を行わない場合の反射板の反射特性とコンタクト抵抗との現像時間依存性を、開口面積900 $\mu$ m<sup>2</sup>のコンタクトホールを形成する場合について示す。ここで、反射板の反射特性とは、反射板の法線に対して30°で入射した光を法線上で受光した場合の明るさであり、MgO膜の明るさを100として示している。また、現像時間は、最良の反射特性が得られる現像時間を1とした相対時間で示している。現像時間が短すぎても、また長すぎても良好な反射特性(例えば、明るさ100以上)は得られない。図18からわかるように、リフトオフ処理を行わない場合、現像時間を1.3倍にしても、樹脂の現像残渣のため、コンタクト抵抗がそれ以上減少せず、良好な導通状態が得られない。

【0077】本発明によれば、リフトオフ処理を行うことにより、コンタクトホールの良い導通を得るために現像時間を長くする必要がなく、現像過多及び膜減りを防止することができる。このことにより、基板全般にわたって良好なコンタクトホールの導通及び良好な反射特性を実現することが可能となる。

【0078】その後、上層金属層のチタンのエッチングが進み、下層金属層（パッド50）のタンタルまで達する。このエッチング処理工程において、有機絶縁膜の現像残渣がない部分の上層金属層は急速にエッチングされることになるが、上層金属と下層金属とのエッチング選択比により、下層金属表面においてエッチングを実質的に停止させることができる。例えば、チタン／タンタルの積層の場合、エッチングの選択比は500：1以上であるため、タンタル表面でエッチングが停止する。このことにより、コンタクトホール底部を平滑な形状とすることができる。尚、ゲートバス配線32（ゲート電極3

3及び引き回し電極37a）の材料としては、上記の他に、タンタル中にモリブデン、タングステン、ニオブ等を不純物として添加した材料や、アルミをタンタルで被覆した多層構造などを用いることができる。タンタルに不純物を添加した場合は、チタンとのエッチング選択比の変化は僅かであり、また、多層構造のゲート配線を用いる場合は、パッド50の表面がタンタルであればチタンとの選択的エッチングを良好に行うことができる。

【0079】また、コンタクトホールの開口部は、有機絶縁樹脂の現像残渣を効果的に除去するために、1個当たり400 $\mu\text{m}^2$ 以上の面積を有する必要がある。表1に、コンタクトホールの開口面積を変化させた場合の、300×300mm基板内におけるコンタクトホールのコンタクト抵抗のばらつきを示す。

【0080】

【表1】

基板内のコンタクト抵抗のばらつき

面積( $\mu\text{m}^2$ )	25	100	225	324	400	529	625
抵抗( $\Omega$ )	測定不可	80~1.2M	18~50M	8~7K	6~10	5~7	3~5

【0081】表1からわかるように、コンタクトホールの面積が400 $\mu\text{m}^2$ 以上でコンタクト抵抗のばらつきが少なく、かつ、低い抵抗値が得られている。しかし、コンタクトホール部分に形成される反射電極は鏡面状態であるため、コンタクトホールの開口面積を大きくすることは、それだけ表示が暗くなり、反射型液晶表示装置の表示品位を低下させることになる。

【0082】図19は、コンタクトホールの開口面積の反射電極面積に対する割合を変化させた場合の反射板の明るさの変化を示している。反射板の明るさは、30°入射・垂直受光で測定し、MgO膜の明るさを100として示している。図19からわかるように、コンタクトホールの開口面積が反射電極面積の8%以上になると、明るさ100を下回る。従って、好ましくは、コンタクトホールの開口面積は反射電極面積の8%以下にする必要がある。例えば、反射電極の面積が約240×120 $\mu\text{m}^2$ の場合、コンタクトホールの開口面積は1440 $\mu\text{m}^2$ 以下とする必要がある。

【0083】上述のようにして、図4(b)に示すように、有機絶縁膜42にコンタクトホール43を形成し、エッチング処理を行った後、図4(c)に示すように有機絶縁膜42の上の所定の領域にアルミニウムからなる反射電極38を形成する。反射電極38は、例えば本実施例ではスパッタリング法により形成した。反射電極38に使用する材料は、光を反射する導電性材料であれば良く、例えば、銀等を用いることができる。

【0084】次に、基板31上に配向膜44を形成する(図1)。配向膜44は、基板31の少なくとも反射電

極38が形成された領域を覆うように、配向膜材料を印刷あるいはスピンコーターなどによって塗布し、160～180℃で焼成し硬化させて形成する。垂直配向膜を形成する場合には、垂直配向膜材料を用い、水平配向膜を形成するであれば、配向膜の焼成・硬化後にラビング処理などを施す。このようにして、下側基板（アクティブマトリクス基板）30aが完成する。

【0085】図1に示すように、上側基板（対向基板）30bにおいては、基板45上にカラーフィルタ46が形成される。カラーフィルタ46においては、基板30aの反射電極38に対向する位置にはマゼンタまたは緑のフィルタ46aが形成され、反射電極38に対向しない位置にはブラックのフィルタ46bが形成される。カラーフィルタ46上の全面にはITO等から成る透明電極47が形成され、さらにその上には配向膜48が形成される。両基板30a及び30bは、反射電極38とフィルタ46aとが一致するように対向して貼り合わせられ、間に液晶49が注入されて反射型液晶表示装置30が完成する。

【0086】上述のようにして製造した液晶表示装置30は、画素毎に形成されたコンタクトホール43は、その底部に鏡面状態を有する。従って、この鏡面状態の底部を利用することにより、先に述べたレーザー光を用いる測定方法によって液晶表示装置30の液晶層の厚さを測定することができる。このようにしてレーザー光を用いる測定を行った結果を図7に示す。図7からわかるように、コンタクトホール部においては安定した測定が可能であり、対向基板に対する相対位置から液晶層の厚さ

を求めることができる。

【0087】(実施の形態2)本実施の形態においては、スイッチング素子がMIM素子であり、非感光性樹脂を用いて絶縁樹脂膜を形成した液晶表示装置について説明する。

【0088】図8は、スイッチング素子(MIM)87が形成された下側基板(アクティブマトリクス基板)80aの平面図であり、図9は図8に示す切断面線X I-X Iから見た基板80aの断面図である。

【0089】まず、下側基板80aの構成を述べる。図8及び9に示されるように、ガラス等の絶縁性の基板80上には、タンタルなどから成る複数の第1の配線81が互いに平行に設けられ、第1の配線81からは第1の電極32が分岐して設けられている。第1の配線81は、走査線として機能している。また、実施の形態1と同様に、コンタクトホール88が形成される部分には基板80上に少なくともコンタクトホール88より広い面積を有するパッド83が形成されている。パッド83は、第1の配線81と同じ材料を用いて形成され、引き回し電極86の下層金属層となる。

【0090】図9に示すように、第1の配線81及び第1の電極82を被覆するように絶縁膜84が形成されている。本実施例では、絶縁膜84は、第1の配線及び第1の電極の材料であるタンタルを25V~40Vの電圧で陽極酸化することにより形成した。絶縁膜84で被覆された第1の電極82には、チタン、モリブデン、アルミニウムなどから成る第2の電極85が形成されている。第1の電極82、絶縁膜85、及び第2の電極85によってMIM素子87が形成される。

【0091】また、基板80上のコンタクトホール88が形成される部分には引き回し電極86がパッド83を被覆するように形成されている。引き回し電極86は第2の電極85に接続している。本実施例では、図8に示されるように、第2の電極85のパターニングと同時に引き回し電極86を形成しており、引き回し電極86は第2の電極85と一体的に形成されている。

【0092】絶縁膜84で被覆された第1の配線81及び第1の電極82、第2の電極85、及び引き回し電極96を覆うように、基板80上の全面に、ポリイミド系の非感光性樹脂からなる有機絶縁膜89が形成されている。有機絶縁膜89の引き回し電極86部分にはコンタクトホール88が形成されている。また、有機絶縁膜89の反射電極(画素電極)90が形成される領域には、凸部89aが形成されている。

【0093】有機絶縁膜89上には、凸部89aが形成された領域及びコンタクトホール88を覆うように、アルミニウム等からなる反射電極90が形成されている。反射電極90は、コンタクトホール88において、パッド83によって引き回し電極86に接続される。

【0094】次に、実施の形態2による反射型液晶表示

装置の製造方法を、アクティブマトリクス基板80aの形成方法を中心に図面を参照しながら説明する。

【0095】まず、ガラス等からなる絶縁性の基板80の上に、通常の方法によって、MIM素子87、パッド83、引き回し電極86等の素子を形成する。本実施例では、基板80としては、例えばコーニング社製の商品名が7059である厚さ1.1mmのガラス基板を用いている。

【0096】MIM素子87を形成する際に、コンタクトホール88が形成されることになる部分には、少なくともコンタクトホールより広い面積を有する金属層であるパッド83を形成する。更に、その上には、引き回し電極86を積層する。

【0097】パッド83は、コンタクトホール部における下層金属層となり、本実施例においては、MIM素子87第1の電極82と同じ材料、好ましくはタンタルを用いて形成している。このことにより、第1の配線81、第1の電極82、及びパッド83を同時にパターニングして形成することができる。

【0098】また、引き回し電極86は、コンタクトホール部における上層金属層となる。引き回し電極86は、MIM素子87の第2の電極85と同じ材料を用い、好ましくはチタンを用いて形成している。第2の電極85及び引き回し電極86は同時にパターニングしても良い。このようにして、図10(a)に示されるように、コンタクトホールが形成される部分は、異なる金属からなる少なくとも2つの層が積層される。

【0099】上記のように各素子が形成された基板80の上に、図10(a)に示すように、非感光性樹脂をスピンコート方式により塗布し、ポストバークを行って有機絶縁層101を形成する。有機絶縁層101としては、ポリイミド系の非感光性樹脂を用い、スピンコート方式により、好ましくは500rpmから3000rpmで形成している。本実施例では1300rpmで30秒間回転させ、有機絶縁層101の厚さが約2.5μmになるように塗布している。また、ポストバークは230℃で90秒行った。

【0100】次に、有機絶縁層101が形成されたガラス基板80上に、MIM素子87を形成するときに用いるフォトレジストと同じフォトレジスト102をスピンコート方式により塗布し、例えば90℃で60秒プリバークする。本実施例においては、フォトレジストとして東京応化社製のOFPR800を用い、厚さは3.2μmとした。

【0101】続いて、実施の形態1において感光性樹脂層を露光した場合と同様に、フォトリソを用いてフォトレジスト102を露光する。例えば、図5に示すように、板体13cに2種類大きさの円形のパターン孔13a及び13bが形成されているフォトリソ13を使用することができる。又、コンタクトホール88の底

部に形成される金属層（反射電極90）を鏡面状態にするため、コンタクトホールに対応する部分には、フォトマスク13に円形パターン孔を配置しないことが必要である。

【0102】次に、例えば、東京応化社製のTMDH濃度2.38%の現像液を使用してフォトレジスト102の現像を行う。これにより、図10(b)に示すように、有機絶縁層101の上には、パターン孔13a及び13bに対応して、フォトレジストの微細な凸部104a'及び104b'が多数形成される。

【0103】次に、フォトレジストの凸部104a'及び104b'をマスクとして有機絶縁層101のドライエッチングを行い、凸部104a'及び104b'を有機絶縁層101に転写する。その後、アルカリ系の剥離液を用いてフォトレジストの凸部104a'及び104b'を取り除く。このことにより、図10(c)に示されるように、基板80上には、有機絶縁層101からパターンニングされた凸部105a'及び105b'が形成される。本実施例においては、ドライエッチングにO<sub>2</sub>ガスを用いており、フォトレジスト102と非感光性樹脂101の選択比は1:1である。エッチングが終了した状態で、凸部105a'及び105b'の上端部は角張っている。

【0104】次に、図10(d)に示すように、基板80の上に、有機絶縁層101と同じ非感光性樹脂をスピコート方によって塗布し、有機絶縁膜103を形成する。好ましくは、1000rpmから3000rpmでスピコートする。本実施例では、2000rpmで3

0秒回転してスピコートし、230℃で90秒ポストベークした。

【0105】次に、有機絶縁膜103が形成されたガラス基板80上に、フォトレジスト106をスピコートし、例えば90℃で60秒のプリベークを行う。

【0106】続いて、例えば、図6に示すフォトマスク16のような、コンタクトホールのパターンが形成されたフォトマスクを用いて、フォトレジスト106を露光・現像する。このことにより、有機絶縁膜103の上には、図10(e)に示すようなフォトレジストのコンタクトホールパターンが形成される。次に、このフォトレジストのパターンをマスクとして、上述の凸部105a'及び105b'の形成と同様のドライエッチング工程を行うことにより、有機絶縁膜103にコンタクトホール88を形成する。以上の処理により、図10(f)に示すように、有機絶縁層101から形成された凸部105a'及び105b'と、これらの凸部の上に形成された有機絶縁膜103とからなる有機絶縁膜89が形成される。

【0107】ドライエッチング工程においては、エッチング装置内のプラズマ密度の差のために、基板周辺部に比べ、基板中央部においてドライエッチングが早く進行する。特に、基板四隅と中央部とのエッチング速度の差は大きい。表2に、本実施例によって作製した320mm×400mmの基板内における反射板の反射特性のばらつきを示す。

【0108】

【表2】

反射特性のばらつき

エッチング時間 (相対値)	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3
基板内反射特性	55 }	90 }	95 }	80 }	70 }	50 }
(320mm×420mm)	80	100	103	105	100	90

【0109】表2において、エッチング時間は、最良の反射特性が得られるエッチング時間を1とした相対値で示している。表2からわかるように、エッチング時間を適切に選ぶことにより、反射特性のばらつきを10%以内に抑えることができる。

【0110】以下の工程は、実施の形態1の場合と同様である。

【0111】基板80を、コンタクトホール部に積層した少なくとも2層の金属層の最上層（本実施例においては引き出し電極86）をエッチングするエッチング液に浸漬する。上層金属と下層金属（本実施例においては、パッド83）とのエッチング選択比により、下層金属表面においてエッチングが実質的に停止し、コンタクトホ

ール88底部が平滑な形状に形成される。

【0112】ここで、コンタクトホール88を形成するドライエッチング工程におけるプラズマ密度の差により、基板周辺部におけるエッチングが多少不十分であっても、エッチング残渣（有機絶縁膜103）は、その次の上層金属層のウェットエッチング工程においてエッチング液のしみ込みによりリフトオフされる。従って、基板周辺部のコンタクトホールの良好な導通を得るためにドライエッチングの時間を長くする必要がないため、基板中央部のレジストの退行によるコンタクトホールの巨大化と樹脂層の膜減りを防止することができる。このことにより、基板全般にわたって良好なコンタクトホールの導通及び良好な反射特性を実現することが可能とな

る。

【0113】例えば、上記の表2におけるエッチング時間1のドライエッチング工程によって形成された400 $\mu\text{m}^2$ のコンタクトホールを有する反射板において、リフトオフ処理を行わない場合、コンタクト抵抗は5~35 $\Omega$ である。本発明によるリフトオフ処理を行うことにより、コンタクト抵抗は、基板全体にわたり3~5 $\Omega$ とすることができる。従って、基板内における反射特性のばらつきを10%以内に抑え、かつ基板全体に導通状態の良好なコンタクトホールを形成することが可能となる。

【0114】尚、コンタクトホール部における下層金属層としては、上記のタンタルの他に、実施の形態1において既に説明したように、タンタルに不純物を添加したものをを用いても良い。比例えば、特開平7-20500号公報において、井上らは、MIM素子の第1電極として、シリコン、アルミなどの4価以下の元素のうちから1種類、及びタングステン、クロム、鉄、マンガン、レニウム等の6価以上の元素のうちから1種類の不純物を添加したタンタルを用いている。又、特開平7-92502号公報において、居波は、MIM素子の第1電極のタンタルにジルコニウムを添加することを提案している。このような、タンタルを主成分とした材料もチタンとは十分大きな選択比を有しており、本発明の液晶表示装置における第1の電極の材料に用いることができる。例えば、50原子%以下の窒素を含有するタンタル、10原子%以下のシリコン及びタングステンを含有するタンタル、または10原子%以下の4価以下の元素と6価以上の元素とを各々1種類以上含有しているタンタルを用いることができる。

【0115】次に、コンタクトホール88が形成された有機絶縁膜89の上の所定の領域にアルミニウムからなる反射電極90を形成する。反射電極90は、例えば本実施例ではスパッタリングにより形成した。反射電極90に使用する材料は、光を反射する導電性材料であれば良く、例えば、銀等を用いることができる。反射電極90は、コンタクトホール88内において、パッド83によって引き回し電極86に接続される。

【0116】このようにして、図9に示されるアクティブマトリクス基板80aが完成する。実施の形態2による液晶表示装置においても、実施の形態1による液晶表示装置30と同様に、コンタクトホール88の開口面積を適切に選ぶことにより、明るい表示が実現される。更に、画素毎に形成されたコンタクトホール88の底部は鏡面状態を有している。従って、この鏡面状態の底部を利用することにより、先に述べたレーザー光を用いる測定方法によって液晶層の厚さを測定することができる。

【0117】尚、本発明は上記実施の形態1及び2に限られるものではなく、TFT素子が形成されたアクティブマトリクス基板上に非感光性樹脂を用いて反射板を形

成してもよく、また、MIM素子が形成されたアクティブマトリクス基板上に感光性樹脂を用いて反射板を形成してもよい。

【0118】

【発明の効果】本発明によれば、300×300mm以上の大基板においても基板全体にわたって良好な電気的接続を有するコンタクトホールが形成され、かつ、基板全体にわたって良好な散乱特性を有する反射板を形成することができるので、大型板を用いた良好な表示特性の反射型液晶表示装置の製造が可能になる。又、散乱効果の高い反射板を液晶セル基板内に有していても、液晶層の厚みの測定が可能であり、反射型液晶表示装置の生産管理を容易にし、安定した品質の反射型液晶表示装置の製造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態による反射型液晶表示装置の一部の断面を示す図である。

【図2】図1に示されるアクティブマトリクス基板の平面図である。

【図3】(a)~(f)は、本発明の1つの実施の形態による反射型液晶表示装置の製造方法を示す図である。

【図4】(a)~(c)は、本発明の1つの実施の形態による反射型液晶表示装置の製造方法を示す図である。

【図5】図3(b)に示されるフォトマスクの一例を示す平面図である。

【図6】図3(f)に示されるフォトマスクの一例を示す平面図である。

【図7】本発明の1つの実施の形態による反射型液晶表示装置の液晶層厚を測定した結果を示す図である。

【図8】本発明のもう1つの実施の形態による反射型液晶表示装置のアクティブマトリクス基板の一部を示す平面図である。

【図9】図8に示されるアクティブマトリクス基板を、切断面線X-XIから見た断面図である。

【図10】(a)~(f)は、本発明のもう1つの実施の形態による反射型液晶表示装置の製造方法を示す図である。

【図11】(a)は、従来の液晶表示装置のアクティブマトリクス基板の一部を示す平面図であり、(b)は(a)に示される従来のアクティブマトリクス基板を切断面線V-Vから見た断面図である。

【図12】図11に示されるアクティブマトリクス基板の全体を模式的に示す図である。

【図13】従来の液晶表示装置における、アルミ合金を加熱して折出物をエッチング除去して形成した反射板の断面形状を示す図である。

【図14】従来の液晶表示装置における反射板の一例を示す断面図である。

【図15】従来の液晶表示装置における反射板の他の例を示す断面図である。

【図16】液晶表示装置の液晶層の膜厚を測定する光学システムの概略を示す図である。

【図17】従来の反射型液晶表示装置における凹凸を有する反射板を用いて液晶層厚を測定した結果を示す図である。

【図18】反射板の反射特性及びコンタクトホールとの現像時間依存性を示す図である。

【図19】反射板（画素電極）面積とコンタクトホール面積との比に対する反射板の反射特性を示す図である。

【符号の説明】

31 絶縁性基板

32 ゲートバス配線

33 ゲート電極

34 ゲート絶縁膜

35 半導体層

36 ソース電極

37 ドレイン電極

37a 引き回し電極

40 TFT

41 コンタクト層

42 有機絶縁膜

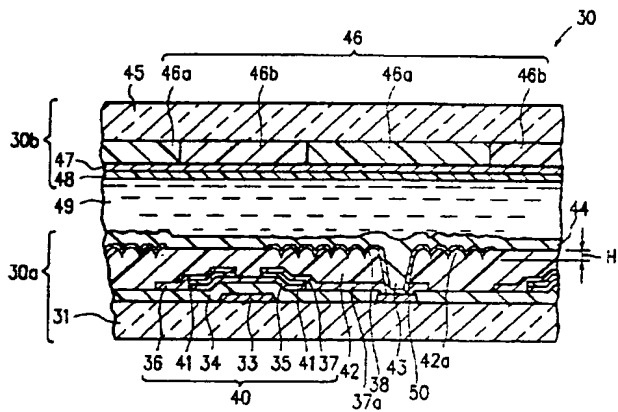
42a 凸部

43 コンタクトホール

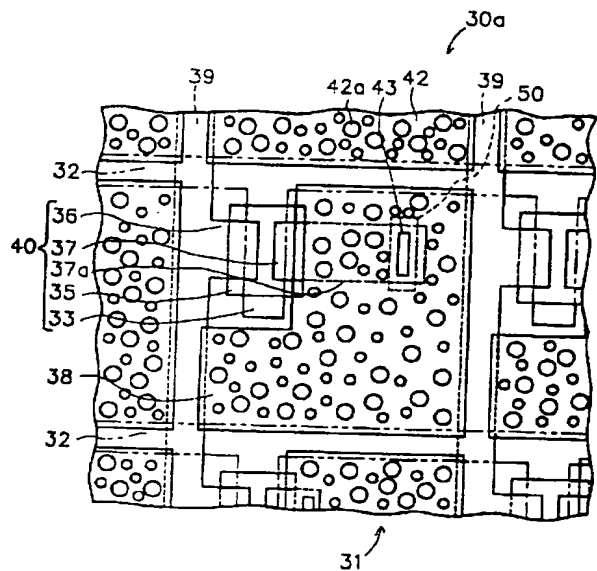
38 反射電極

50 パッド

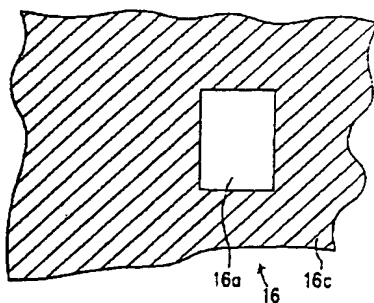
【図1】



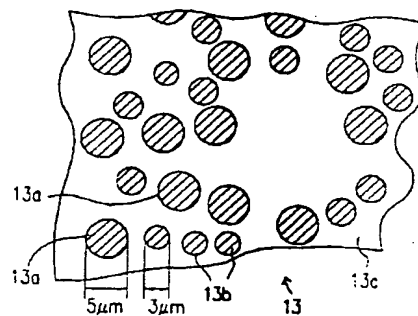
【図2】



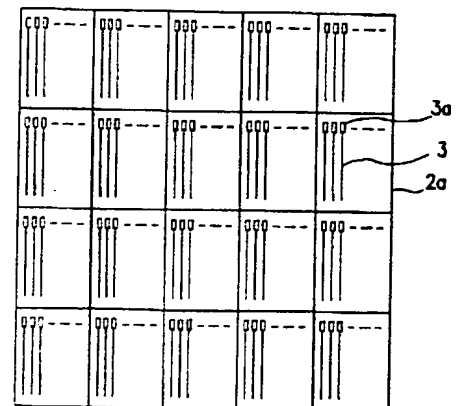
【図5】



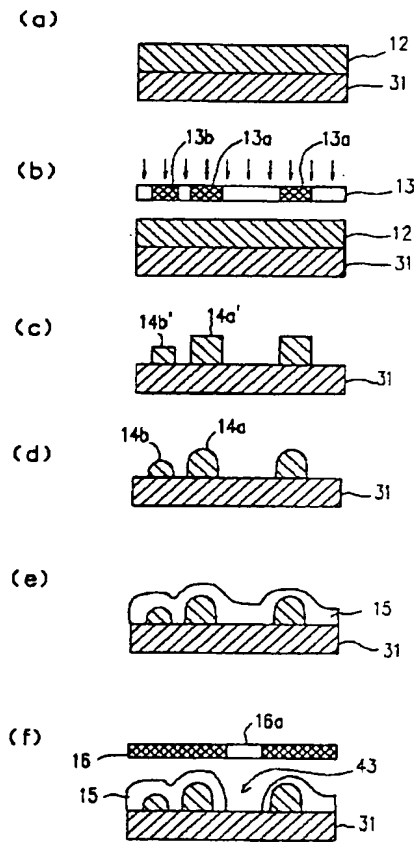
【図6】



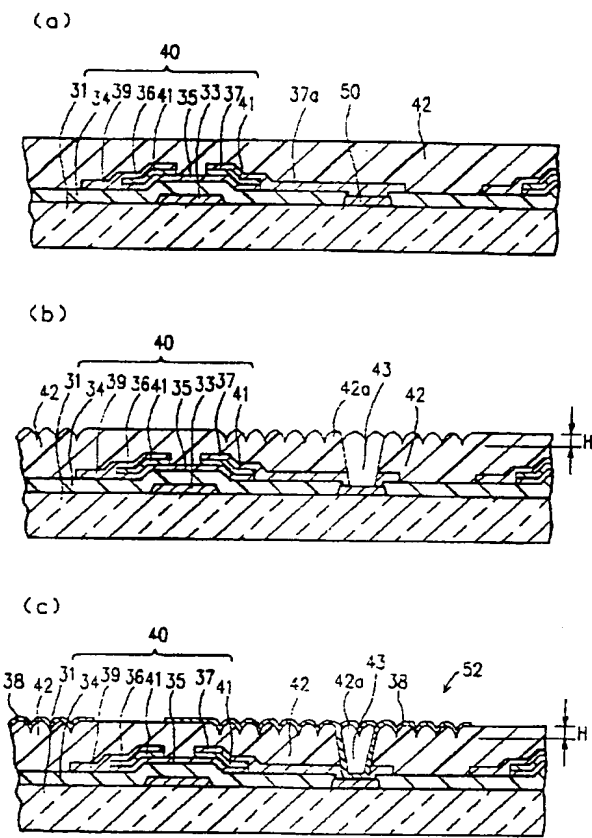
【図12】



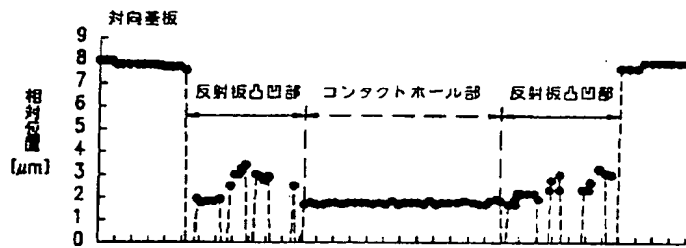
【図3】



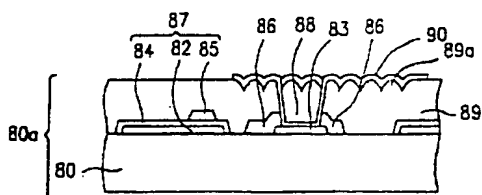
【図4】



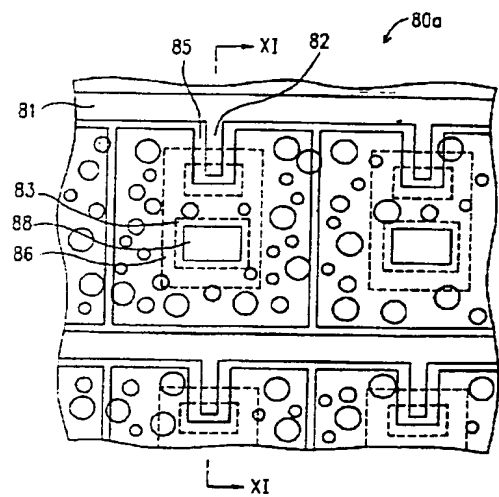
【図7】



【図9】

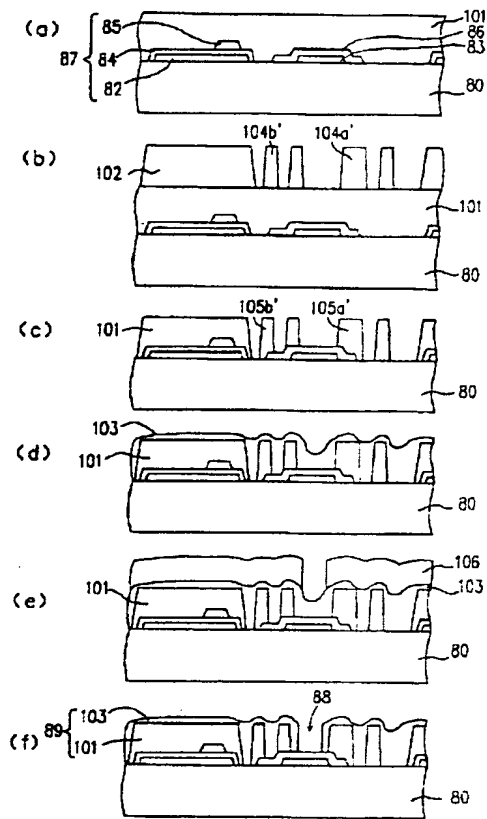


【図8】

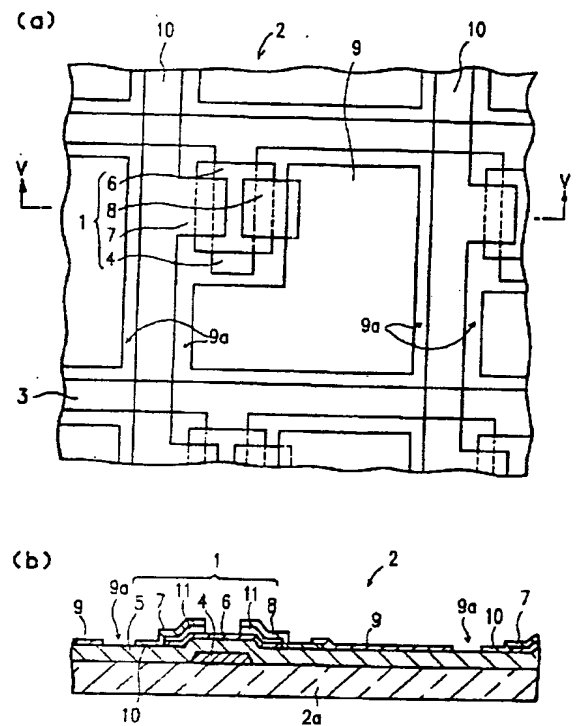




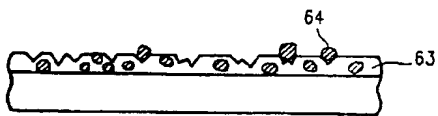
【図10】



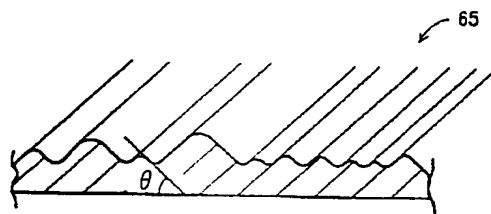
【図11】



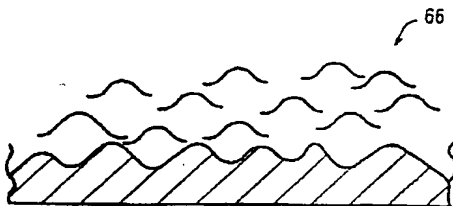
【図13】



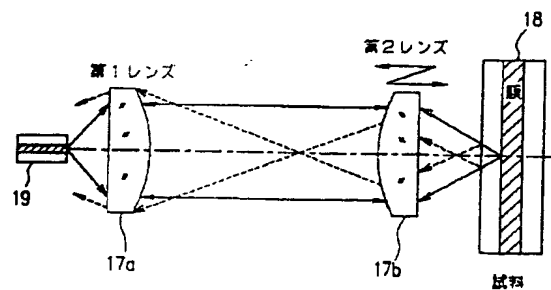
【図14】



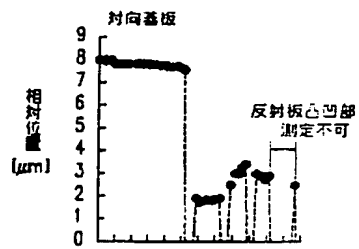
【図15】



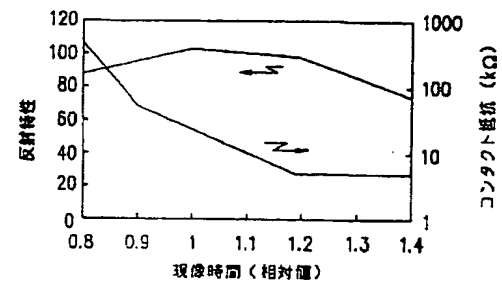
【図16】



【図17】



【図18】



反射特性及びコンタクト抵抗の現像時間変化

【図19】

